

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000618

International filing date: 07 April 2005 (07.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 017 073.8

Filing date: 07 April 2004 (07.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 15 June 2005 (15.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 10 2004 017 073.8**Anmeldetag:** 07. April 2004**Anmelder/Inhaber:** X-FAB Semiconductor Foundries AG,
99097 Erfurt/DE**Bezeichnung:** Verfahren zur Erzeugung von dielektrisch isolierenden Gräben (trenches) der SOI-Technologie für höhere Spannungen mit abgerundeten Kanten**IPC:** H 01 L 21/762**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 3. Juni 2005
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Wallner

Verfahren zur Erzeugung von dielektrisch isolierenden Gräben (trenches) der SOI-Technologie für höhere Spannungen mit abgerundeten Kanten

Zusammenfassung

Zur Integration von Niederspannungslogikelementen und Hochspannungsleistungselementen in ein und demselben Siliziumschaltkreis werden Chipbereiche mit unterschiedlichen Potentialen voneinander durch Trenngräben(trenches) dielektrisch isoliert. Um Spannungsüberhöhungen an scharfen Kanten des Isoliergrabenbodens zu vermeiden, werden diese durch eine einfache Verfahrensweise abgerundet.

Zur Integration von Niederspannungslogikelementen und Hochspannungsleistungselementen in ein und demselben Siliziumschaltkreis ist es nötig, Chipbereiche mit unterschiedlichen Potentialen voneinander zu isolieren. Eine Möglichkeit dazu ist die sogenannte dielektrische Trenngraben-Isolation. Dabei wird eine vertikal wirkende Isolation zwischen Bauelement und Substrat durch eine vergrabene isolierende Schicht (üblicherweise Siliziumdioxid SiO_2 ; prinzipiell sind aber auch andere Schichten denkbar) realisiert. Eine lateral wirkende Isolation wird erreicht durch das Ätzen eines Grabens (trench) bis auf die vergrabene isolierende Schicht und ein anschließendes Wiederauffüllen dieses tiefen Grabens mit isolierenden Schichten. Dabei kann auch nur ein Teil des geätzten Grabens durch isolierende Materialien aufgefüllt werden, das restliche Auffüllen des Grabens kann dann auch durch leitende Füllschichten (z.B. Polysilizium) erfolgen. Durch sogenannte Planarisierungsschritte z.B. geeignete Ätzverfahren oder chemisch-mechanisches Polieren wird eine Einebnung der Oberfläche erreicht. Der allgemeine Stand der Technik für Isoliergräben ohne besondere Einflußnahme auf deren Kantengeometrie ist u.a. in den Schriften EP 1 184 902 A1 und EP 1 220 312 A1 dokumentiert.

Die Entwicklung der für diese Zwecke eingesetzten SOI-Technologie ist durch den Trend zu höheren Spannungen gekennzeichnet. An scharfen Grabenkanten des Isoliergrabens kommt es zu Spannungsüberhöhungen und bei höheren Spannungen in deren Folge zu Überschlägen. Um das zu vermeiden, müssen die Kanten des Isoliergrabens in ihrer Form verändert werden.

In der Patentschrift US 2002/0025654 Fig. 14, 15A und 15B ist eine Isoliergrabenstruktur gezeigt, bei der die entsprechenden Kanten abgeschrägt sind. Damit werden Feldstärkespitzen an den Siliziumkanten verringert. Eine genauere Beschreibung der Herstellungsmethode erfolgt dort nicht. Aus der gezeigten Struktur kann gefolgert werden, daß die Abschrägung zu Beginn und Ende der eigentlichen Ätzung des Isoliergrabens vorgenommen wurde. Dies bedarf aber eines sehr komplizierten und schwierig zu kontrollierenden Ätzprozesses.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine einfache Verfahrensweise zur Abrundung der Grabenkante des Isoliergrabens an der kritischen Stelle des Überganges der Grabenwandung zum Grabenboden, d.h. zur horizontal verlaufenden Isolationsschicht anzugeben.

Gelöst wird die Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist die Vorteile auf, daß ein in der Halbleitertechnologie zu Verfügung stehendes Standard-

verfahren angewendet werden kann, wodurch nur geringe Mehrkosten entstehen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes des Anspruchs 1 sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der Zeichnungen in Form von schematischen Darstellungen von Isoliergrabenschnitten erläutert.

Es zeigen

Fig.1 einen mit der SOI-Technologie in üblicher Weise hergestellten Isolationsgraben nach der Ätzung, Verfüllung und Planarisierung,

Fig.2 einen Isolationsgraben mit abgeschrägten Kanten, wie er in der Schrift US 2002/0025654 zu finden ist,

Fig.3 einen Teilschritt der erfindungsgemäßen Herstellung des Isoliergrabens - nach der isotropen Ätzung der horizontalen Isolationsschicht und

Fig.4 einen Teilschritt der erfindungsgemäßen Herstellung des Isoliergrabens - nach der thermischen Oxidation.

In Fig.1 ist der bisher übliche Stand der Technik veranschaulicht. Auf dem Substrat (1) liegt die vergrabene Oxidschicht (2), über dieser die aktive Siliziumschicht (3), welche durch den mit Isolierschichten (4) und einer Füllung (5) versehenen Graben in die beiden Bereiche mit unterschiedlichen Potentialen (6) und (7) elektrisch getrennt sind. Bei Anlegen eines ersten Potentials an der "Insel" (6) gegenüber eines zweiten Potentials in der "Insel" (7) bzw. im Trägersubstrat (1) kommt es an der Kante (15) aufgrund der Geometrie zu einer Feldstärkeüberhöhung.

Im Stand der Technik gemäß der Patentschrift US 2002/0025654 entspricht die Anschrägung der Kanten des Isoliergrabens wie es in Fig.2, Detail (16) dargestellt ist.

Eine Abrundung der Kanten der aktiven Bereiche (6) und (7) oberhalb des vergrabenen Oxiids zur Vermeidung von Feldstärke spitzen kann wesentlich einfacher durch eine nach der Graben ätzung folgende isotrope Ätzen der vergrabenen Isolations schicht (2) erreicht werden, bei der es zu einer Unterätzung (12) unter den Schichten (6) und (7) kommt, siehe Fig.3, wodurch bei der nachfolgenden thermischen Oxidation, bei der die Trenchisolationsschicht (13) erzeugt wird, siehe Fig.4, der Kantenbereich (14) abgerundet wird. Bei Erzeugung der Trenchisolationsschicht (13) mittels thermischer Oxidation ist die Oxidationsrate an der Kante (15) deutlich höher als an der Seitenfläche (13) und als unten an der Isolationsschicht (2). So kommt es zu einer Abrundung (14) der Kante am Übergang Isolationsgrabenseitenwand zur vergrabenen Isolationsschicht

(2). Durch diese Vorgehensweise werden zwei Effekte erzielt:
Zum einen wird die sich in der Tiefe verringende
Oxidationsrate durch den Oxidationsangriff von zwei Seiten
kompensiert d.h. es entsteht ein dickeres Oxid. Zum anderen
erfolgt durch den beidseitigen Oxidationsangriff eine
Abrundung der Siliziumkante (14).

Verzeichnis der Bezugszeichen

- 1: Trägersubstrat, „Handlewafer“
- 2: vergrabene isolierende Schicht z.B. SiO₂ „Buried Oxide“
- 3: aktive Siliziumschicht „Devicewafer“
- 4: isolierende Schicht z.B. SiO₂ an der Grabenseitenwand
- 5: Füllschicht, ggf. leitend
- 6: aktiver Siliziumbereich auf Potential 1
- 7: aktiver Siliziumbereich auf Potential 2
- Isoliergrabenseitenfläche
- 10: geätzter Isoliergraben
- 12: unterätzte vergrabene Isolationsschicht
- 13: thermisches Oxid zur Isolation auf der Grabenwand
- 14: durch thermische Oxidation abgerundete Kante im Übergang Grabenisolationsschicht – vergrabene Isolationsschicht
- 15: Kante aktive Siliziumschicht – vergrabene Isolations- schicht, ohne Eckenabrundung
- 16: Kante aktive Siliziumschicht – vergrabene Isolations- schicht, mit abgeschrägter Ecke

Ansprüche

1.

Verfahren zur Erzeugung von dielektrisch isolierenden Gräben (trenches) mit abgerundeten Kanten (14) der aktiven Siliziumschichtbereiche (6) und (7) im Übergang zur vergrabenen Isolationsschicht (2) von SOI-Strukturen, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der Ätzung des Isoliergrabens (10) eine isotrope Ätzung der vergrabenen Isolationsschicht (2) vorgenommen wird, bei der unterätzte Gebiete (12) entstehen und anschließend eine thermische Oxidation zur Erzeugung der Isolationsschicht auf den Wänden des Isolationsgrabens (13) vorgenommen wird.

2.

Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die vergrabene Isolationsschicht eine SiO₂-Schicht ist.

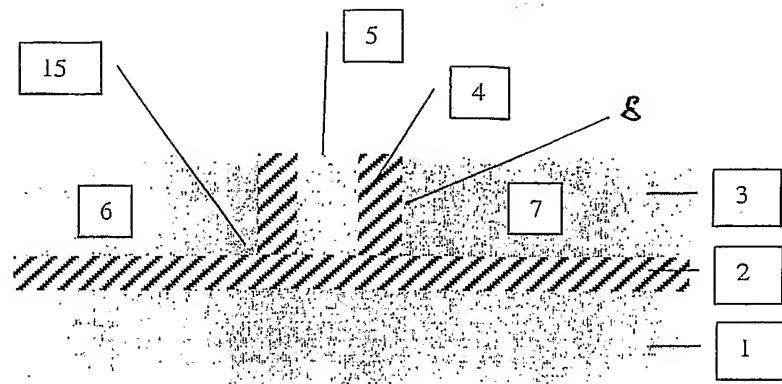


Fig. 1

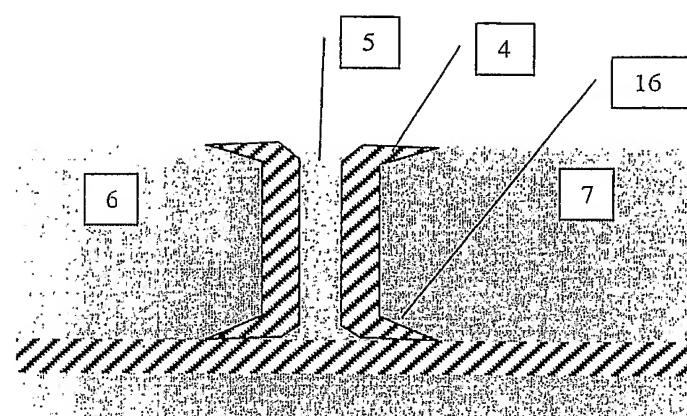


Fig. 2

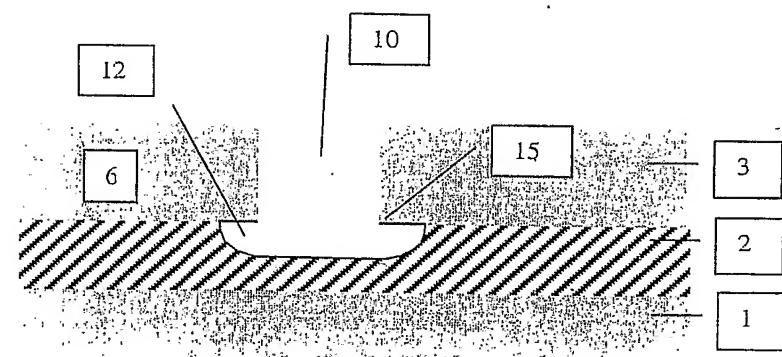


Fig. 3

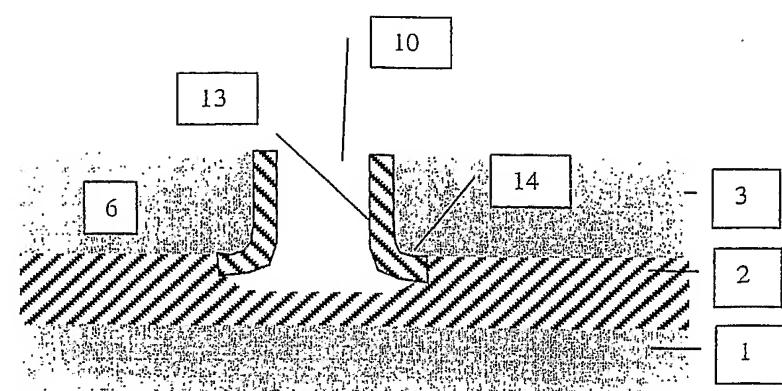


Fig. 4